

特殊アクリル樹脂によるコンクリート補修効果に関する実験的検討

防衛大学校 ○学生会員 磯畑 良太 学生会員 足立 国明 正会員 香月 智

1. 緒 言

長期の供用を経たコンクリート構造物が増加し、維持補修の問題が顕在化している¹⁾。ひび割れ発生後のコンクリートに対する一補修方法としてエポキシ樹脂を注入工法がある。しかし、エポキシ樹脂をひび割れに浸透させるには特別な注入器具や人手が必要であり施工上の難点がある。そこで、低粘度で高い浸透性を有する特殊アクリル樹脂²⁾が着目されているが、力学的検討が不十分な点もある。そこで本研究は、予めひび割れ損傷を与えたコンクリート供試体を用いて、力学的な補修効果について実験的検討を行ったものである。

2. 実験結果と考察

2.1 実験要領

本研究では、表-1 に示す 4 種類の実験を行った。まず、特殊アクリル樹脂の力学的材料性能を知るために、引張試験を行った。続いて、特殊アクリル樹脂のコンクリートひび割れに対する浸透能力を調べた。また、特殊アクリル樹脂のコンクリートの対する接着能力を調べるために、3 種類の角度に切断した供試体を引張、もしくはせん断破壊させる実験を行った。最後に最大強度点までの載荷・除荷の繰り返しにより、ひび割れ損傷を与えた供試体に対して特殊アクリル樹脂の補修を施し、その圧縮強度の回復について調べた。本稿では、切断再接着実験については省いて報告する。

2.2 樹脂材料試験

使用した特殊アクリル樹脂は、主剤、硬化剤、硬化促進剤を配合するものであり、その配合比で硬化時間を調節することが可能である。硬化時間が遅いとひび割れの奥深くまで浸透することが期待できるが、その強度特性に及ぼす影響が不明である。表-2 に示す通常よりも硬化時間を遅くする配合比による供試体を作成し、JIS K 7113 に準拠して引張実験を行った。図-1 に、経過期間の異なる供試体の応力～ひずみ関係を示す。これより、経過期間が長くなるにつれて、弾性が失われ、16 週を過ぎると、破断ひずみが 2～5%と脆性材料になることがわかる。また、ひずみ 1%までの初期の剛性を弾性率としたものと、破断強度を経過期間との関係で示したものを図-2 に示す。経過期間の増加に伴い弾性率は大きくなる。特に 16 週経過すると弾性率が顕著に大きくなるが、コンクリートの弾性率 $1.5 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 程度に対して、これでも約 1/150 と小さい。一方、強度については、経過期間によって強度がばらつくが、いずれも 2 N/mm^2 以上となった。す

表-1 実験概要

実験内容	実験目的と方法
樹脂材料試験	硬化した樹脂供試体に対し引張実験を行い、特殊アクリル樹脂の経過期間と引張強度の関係を明らかにする。
樹脂浸透実験	着色した樹脂を浸透させてひび割れに浸透した本数を調べ、特殊アクリル樹脂の浸透具合が強度回復に与える影響を確認する。
切断再接着実験	3種類の角度に切断した供試体を引張、もしくはせん断破壊させることにより、特殊アクリル樹脂のコンクリートに対する接着能力を確認する。
ひび割れ補修実験	人為的に損傷を与えたひび割れ供試体に側面から特殊アクリル樹脂を浸み込ませて補修したものを静的圧縮して、その補修効果を確認する。

表-2 樹脂引張実験供試体

供試体名	配合比(重量比)			期待ゲル化時間(h)	経過期間(週)	供試体数
	主剤	硬化剤	硬化促進剤			
0.05%-2W	100	0.05	0.025	50	2	3
0.05%-4W					4	3
0.05%-8W					8	3
0.05%-16W					16	3

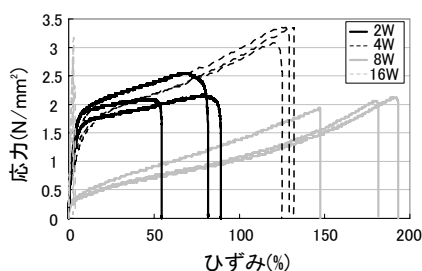


図-1 応力～ひずみ関係

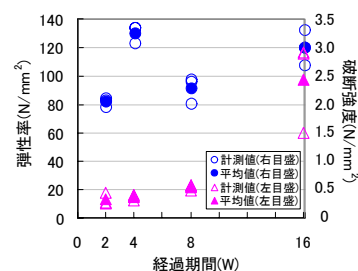


図-2 弾性率・破断強度～経過期間関係

キーワード 特殊アクリル樹脂 コンクリート補修 ひび割れ 強度回復

連絡先 〒239-0811 神奈川県横須賀市走水1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 TEL: 046-841-3810(内3518)

なわち、コンクリートの引張強度が概ね $1.5 \sim 4\text{N/mm}^2$ であるのと同程度である。

2.3 樹脂浸透実験

後述する4回事前载荷と8回事前载荷によって損傷を与えた供試体に、蛍光塗料を混ぜたうえで特殊アクリル樹脂を浸透させ、2週間後に供試体を写真-1に示すように8等分に輪切りし、ブラックライトを照射すると特殊アクリル樹脂が橙色に光ることを利用して、切断面ごとにひび割れの本数とひび割れの幅を測定した。図-3に、ひび割れ幅ごとの発生本数と、特殊アクリル樹脂の浸透率を示す。まず、ひび割れ本数について、4回事前载荷のものに対して8回事前载荷供試体のものが4倍ほど多くなっている。これに対して、特殊アクリル樹脂は4回事前载荷の場合、発生本数14中10本浸透しており、8回事前载荷の場合、発生本数58本中50本浸透した。全体に対する浸透率でみると、4回事前载荷の供試体の浸透率は71%、8回事前载荷は86%である。

2.4 ひび割れ補修実験

実験で使用する静的圧縮実験装置には、最大強度を自動検知し、除荷する機能がある。この機能を活用して、健全な供試体に4回もしくは8回の事前载荷を行い、2種類の損傷供試体に対して、特殊アクリル樹脂を塗付浸透させた表-3に示す8種類の供試体を作成した。ちなみに、4回事前载荷では、ひび割れが目視できる程度であり、8回事前载荷は表面剥落が発生する寸前の状態である。なお補修は、2日間特殊アクリル樹脂を含浸させた後、2～16週間経過させる、図-4には、8回事前载荷の载荷回数と強度の関係を示している。これより、損傷供試体の強度は载荷回数に対して線形的に低下しており、この傾向から、補修を施さない場合の予測強度は 14N/mm^2 となることがわかる。これに対して、補修供試体の強度は 15N/mm^2 と、健全時の強度 (20N/mm^2) までは復元していないが、5%の強度回復が見られる。図-5に強度回復率と経過期間の関係を示す。全般的に経過期間の増加に伴い強度が回復し、16週間経過の強度回復率は4回事前载荷では8.5%、8回事前载荷では9.2%となっている。

3. 結 言

本実験により得られた成果を示す。

- (1) 特殊アクリル樹脂は、ひび割れ幅が 0.2mm 以上になると確実に浸透する。また、ひび割れ幅 0.1mm 以下であってもひび割れ幅に関係なく、およそ85%程度浸透する。
- (2) ひび割れ供試体の特殊アクリル樹脂による補修効果は、16週間経過で9%程度である。
- (3) ひび割れ供試体の特殊アクリル樹脂の浸透率は、強度回復に顕著な効果を示していないが、改良点について検討が必要である。

参考文献

- 1) 和泉意登志, 地頭園博, 牧保峯: コンクリートのひび割れがわかる本, 株式会社セメントジャーナル社, 2003。
- 2) 足立国明, 原木大輔, 香月智, 福井秀平: 樹脂補修コンクリート供試体の飛散片抑止効果, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.3, pp.847-852, 2008。

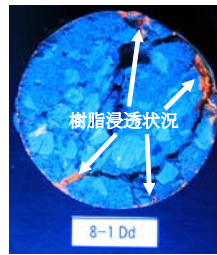


写真-1 樹脂浸透状況

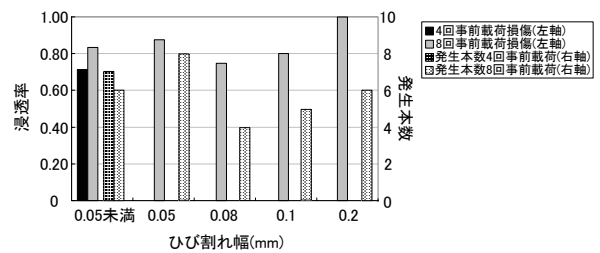


図-3 浸透率・発生本数～ひび割れ幅関係

表-3 ひび割れ補修実験ケース

供試体名	载荷回数	経過期間(週)	供試体数	供試体名	载荷回数	経過期間(週)	供試体数
4-2W	4	2	3	8-2W	8	2	3
4-4W		4	3	8-4W		4	3
4-8W		8	3	8-8W		8	3
4-16W		16	3	8-16W		16	3

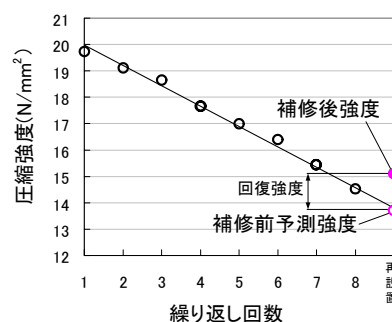


図-4 回復強度の一例

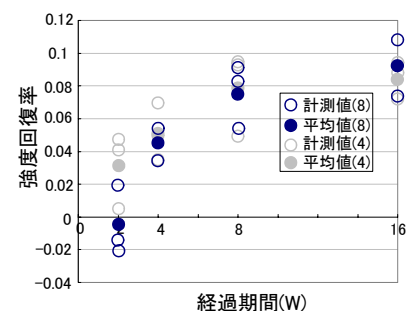


図-5 強度回復率～経過期間関係